

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-258889

(43)Date of publication of application : 17.11.1986

(51)Int.Cl.

C09K 11/06
F21K 2/00

(21)Application number : 60-100445

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 14.05.1985

(72)Inventor : MUNAKATA HIROHIDE

(54) ILLUMINATION APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an illumination apparatus utilizing a light-emitting system capable of converting the supplied energy to light in improved efficiency, by using an element emitting light by an enzymatic reaction.

CONSTITUTION: An illumination apparatus having an element emitting light by an enzymatic reaction. The light-emitting element is preferably produced by holding a living body containing and/or producing the enzyme participating in the enzymatic reaction. The enzyme catalyzing the enzymatic reaction is preferably luciferase.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-258889

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)11月17日

C 09 K 11/06
F 21 K 2/007215-4H
6376-3K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 照明装置

⑯ 特 願 昭60-100445

⑰ 出 願 昭60(1985)5月14日

⑱ 発 明 者 棟 方 博 英 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 若 林 忠

明 細 書

1. 発明の名称

照明装置

2. 特許請求の範囲

- 1) 酵素反応により発光する発光部を有してなることを特徴とする照明装置
- 2) 前記発光部が前記酵素反応に関与する酵素を有する及び／または生産する生体を保持して構成されたものである特許請求の範囲第1項記載の照明装置。
- 3) 前記酵素反応を触媒する酵素がルシフェラーゼである特許請求の範囲第1項または第2項記載の照明装置。
- 4) 前記生体が微生物である特許請求の範囲第2項または第3項記載の照明装置。
- 5) 前記微生物が、前記酵素反応による発光機能を有する細菌である特許請求の範囲第4項記載の照明装置。
- 6) 前記細菌が、フォトバクテリウム(Photobacterium)属の細菌である特許請求の範囲第

5項記載の照明装置。

- 7) 前記酵素反応による発光の強度を、該酵素反応系への酸素の供給量を変化させることによって制御する特許請求の範囲第3項～第6項のいずれかに記載の照明装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、細菌やホタル等にみられる生体発光現象を利用した、すなわちこれらの発光現象に関与する酵素系によって触媒される反応による発光を利用した照明装置に関する。

(従来技術)

従来より照明装置としては、代表的には、電気的エネルギーを光に変換する白熱電球やけい光ランプ等の光源を利用したものなど種々のタイプのものが利用されてきている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、白熱電球やけい光ランプ等の電気的エネルギーを光に変換するシステムによる光源は、電気的エネルギーの多くが熱エネルギーに

変換され、発熱するものが多い。

このため、電気的エネルギーの多くが熱エネルギーに変換されることから消費電力量に対する発光量子収率が低い。

更に、上記のような照明装置は、その構造上、部品数が多く、かつ製造に多くの工程を要し、しかも大面積化が容易ではなかった。

一方、電気的エネルギーを用いる人工的な発光システムに対して、細菌やホタル等にみられる生体発光のシステムは、例えばホタルの発光量子収率が0.88であるなど、きわめて高い発光量子収率を有する発光システムであることから良く知られてはいるが、実用面での応用はほとんどなされていないのが現状である。

本発明はこのような点に鑑みなされたものであり、供給したエネルギーをより効率良く光に変換することのできる発光システムを用いた照明装置を提供することをその目的とする。

本発明の他の目的は、光源として、発熱しない光源を用い、照明装置を構成する各部材の選択性

あり、光取り出し口となる透光性の天板1-1と、基板1-2と、側壁1-3とから構成され、更に、チャンバー2内には、気体が流入可能な空間3が設けられ、かつ該空間の底部に培地4上に保持された発光細菌のコロニー5が形成されており、これらの部分から本発明で言う発光部が構成されている。

また、6はチャンバー2に気体を気体導入口6-1から流入させるための吸気管、7はチャンバー2に流入する気体の量を制御するための吸気バルブ、8はチャンバー2から気体を気体排出口8-1から排気するための排気管、9はチャンバー2から流出する気体の量を制御し、空間3の内圧を調整するための排気バルブ、10は空間3内に流入させる気体に含まれる雑菌を除去して流入気体を浄化するためのフィルター、11は排気用ロータリーポンプである。

この照明装置における発光部の特徴は、培地4上に保持した発光細菌5を発光させて、光を天板1-1を透過させて放射させ、所望の照明状態を得

る幅を広げることとを可能とする照明装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、簡易な装置で、大量に製造可能であり、大面積化が容易である照明装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、従来の照明装置では得られなかった色調の光を放射することのできる光源を用いた照明装置を提供することにある。

(問題点を解決するための手段)

上記の目的は以下の本発明によって達成することができる。

すなわち本発明の照明装置は、酵素反応により発光する発光部を有してなることを特徴とする。

以下、本発明の照明装置を、ルシフェラーゼを有する発光細菌を利用した場合をその一例として図面に従って説明する。

第1図は箱型の本発明の照明装置の一例の縦断面図である。

1はその内部にチャンバー2を構成する容器で

ることにある。

なお、容器1の形状及びその構成、並びに気体導入口6-1、気体排出口8-1などの配置は、所望の照明装置の構成に応じて適宜選択すれば良い。

また、容器1を構成する各部材としては、所望の機械的強度が得られるならば、どのようなものも使用可能であるが、加工性、経済性、取扱いの良さなどの点から適宜選択すれば良く、ガラス、セラミックス、樹脂、金属等の材料から構成することができる。特に、本発明の照明装置は、高温となる部分がないので熱に弱い材料を構成部材として使用可能であり、構成部材の選択性が大幅に拡大している。

培地4上に保持された発光細菌5は、ルシフェラーゼによって触媒される酵素反応により光を放出するものであり、一般に、第2図に示したような酵素反応回路を有しているものと推定されている。

この酵素反応回路に関与する反応系を構成する

基質成分は、 NADH （ニコチンアミドアデノシンジ
ムクレオチドの還元体）、 FMN （フラビンモノヌ
クレオチド）、酸素、（ C_6 以上の直鎖からなる
アルキル基（ R ）を有する）長鎖アルデヒドであ
り、まず反応(a)で $\text{NADH} + \text{H}^+$ によって還元され
ている FMNH_2 にルシフェラーゼ（ E ）が結合して
この反応回路が右回りに進行し、反応(c)で発光
に必要なエネルギー（ $h\nu$ ）が放出される。

このような反応回路を有する細菌においては、
 $\text{NADH} + \text{H}^+$ 、 FMN 、長鎖アルデヒド及びルシフェ
ラーゼは菌体内でその生理的機能が維持されてい
る限りは、生成、調達される。しかしながら、基
質成分の1つである酸素は菌体外部から供給する
必要がある（反応(b)）。

そこで、第1図に示した本発明の照明装置は、
このような生体内の酵素反応の特性を利用し、酸
素の生体への供給量を制御することによって第2
図に示した回路を作動させて発光状態を得る構成
となっている。

すなわち、第1図に示した本発明の照明装置に

としては、フォトバクテリウム ホスフォレウム
（*Photobacterium phosphoreum*）などのフォ
トバクテリウム属の細菌を好適に使用することがで
き、なかでも増殖率が高くまた高いルシフェラー
ゼ活性を有する菌株を適宜選択して使用すれば良
い。好適な菌株としては、フォトバクテリウム
ホスフォレウム（*Photobacterium phosphoreum*）
IFO 13896（発酵研究所）、IAM 12085（東京
大学応用微生物研究所）等を挙げることができる。

なお、この例における発光部では、発光細菌
は、空間に導入された酸素と効率良く接触させる
ために培地の表面上に保持されているが、酸素の
供給に支障がなければ培地内に保持されていても
良い。また、培地4としては、液体、固体あるい
はゲル状のもの等種々のものを所望に応じて適宜
使用できる。

本発明の照明装置の発光部内で発光細菌を保持
する培地4としては、本発明の照明装置に使用す
る細菌の種類によって、使用した細菌の生理的機

能において、発光細菌を発光させるには、チャンバ
ー2内に形成されている空間3に酸素または酸素を
含む気体を導入することによって、前記の発光細
菌の酸素反応回路を作動させれば良い。また、こ
の酸素の酸素反応回路への供給量を、空間3内の
酸素分圧によって制御して、発光の強度をも調節
することができる。

なお、菌体への酸素または酸素を含む基体の供
給は、酸素または酸素を含む気体を供給する手段
をチャンバーに設けられた気体導入口と接続して
行なうことができるが、例えば第1図に示した
構成のように、吸気バルブ7を閉じ、排気バルブ
9を開いた状態で、排気用ロータリーポンプ11を
作動させて、空間3内を排気して減圧した後、吸
気バルブ7を開け、吸気管6からフィルター10で
除菌された空気を空間3内に導入することによっ
て行なう構成とすれば、空気中の酸素を直接利用す
ることができ、特別に気体供給手段を設けなく
ても良いので好都合である。

本発明の照明装置の有する発光部に用いる細菌

能が良好に維持されるように適宜選択すれば良
い。発光細菌としてフォトバクテリウム ホ
スフォレウム（*Photobacterium phosphoreum*）を用
いた場合には、例えば、以下に示す組成成分を蒸留
水に溶解して調整した液体培地を好適に用いるこ
とができる。なお、この液体培地に、寒天、ゼラ
チン及び例えばポリアクリルアミドあるいはポリ
メタクリレート等の架橋性ポリマーを0.1～10重
量%含有させて、ゲル状の培地とすることもでき
る。

液体培地組成；

NaCl	0.6 ～ 15重量%、 好ましくは 1～6 重量%
ペプトン	0.01～2.0 重量%、 好ましくは0.1 ～0.8 重量%
イーストエキストラクト (Yeast extract)	0.005～1.0 重量%、 好ましくは0.05～0.4 重量%
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$5.0 \times 10^{-5} \sim 0.1$ 重量%、 好ましくは $4.0 \times 10^{-5} \sim 1.0 \times 10^{-4}$ 重量%

$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.005 重量% ~ 1.0 重量% .

好ましくは0.05~0.4 重量%

以上説明したような構成の本発明の照明装置は、例えば以下のようにして形成することができる。

まず、第2図に示したようなルシフェラーゼによる酵素反応回路を有して発光する機能を持つ細菌、フォトバクテリウム ホスフォレウム (*Photobacterium phosphoreum*) を、例えば坂口フラスコ内の種菌培養用の前記した液体培地に接種し、5~25℃、好ましくは、15~20℃の恒温槽内で、所定の菌体の濃度と活性が得られるまで振盪培養する。

これとは別に、第1図に示したようなチャンバーを構成する容器1内のアルミニウムからなる基板1-2 面上に、先に挙げた液体培地に寒天を適量含有させて調製した培地の所定量を、加温して流し込み、そのまま冷却してゲル状のプレート培地4を形成しておく。

次に、先に培養しておいた種菌を、チャンバー

空間3内の酸素分圧を細菌が発光するのに十分な程度に高くすれば良い。更に発光の強度は、空間内の酸素分圧を、バルブ7、9を操作することによって制御して調節可能である。チャンバー2内に増殖した菌体量によっても種々異なるが、例えば空間3の空気圧が5~20mmHg程度以下となると、細菌の発光機能が低下して発光がほとんど見られず、また25~50mmHg程度で最大の発光強度を得ることができる。

以上、本発明の一例として、発光部を発光反応に関与する酵素を有する生体として、発光細菌を用い、発光強度を酸素によって制御する場合について説明したが、発光部に保持させる生体としては、例えばウミホタル、ホタル、フリクソティリクス (*Phrixothrix*) 等の他、オムファリア (*Omphalia*)、アルミラリア (*Armillaria*)、ツキヨタケ (*Lampteromyces*) 等の真菌類の生物；タラシコーラ (*Thalassicola*)、コロゾウム (*Collozoum*) 等の放線虫類の生物；ゴニオウラックス (*Gonyaulax*)、夜光虫 (*Noctiluca*)

内のプレート培地4上の所定の部分に、天板1-1を開いて接種した後、天板1-2を閉じる。なお排気管8のロータリーポンプ11との接続部は、適当な栓で塞いでおく。このようにして細菌を培地4上に接種したら、容器1を5~25℃、好ましくは、15~20℃の恒温槽内で、48時間程度培養し、プレート培地4上にフォトバクテリウム ホスフォレウムを増殖させる。所定の菌体量がプレート培地4上で得られたところで培養を中止する。

恒温槽内から容器1を取出し、排気管8に排気用ロータリーポンプ11を接続して、本発明の照明装置の作製を完了する。

なお、以上の操作に使用した各器具及び培地は、通常の滅菌法によって滅菌し、また菌体の接種に際しては、無菌的雰囲気下で行なうことは言うまでもない。

このようにして作製した照明装置を、点灯するには、排気用ロータリーポンプ11をONにして空気を吸気管6からチャンバー内の空間3に導入し、

等の過鞭毛虫類の生物；海綿動物；オワンクラゲ (*Aequorea*) 等のヒドロ虫類の生物；オキクラゲ (*Pelagia*)、ユーレイクラゲ (*Cyanea*) 等の鉢水母類の生物；ウミシイタケ (*Renilla*)、ウミサボテン (*Cavernularia*) 等の花虫類の生物；ウリクラゲ (*Beroë*) 等の樽水母類の生物；ヒカリヒモムシ (*Euplectonema*) 等の紐形動物；ツバサゴカイ (*Chaetopterus*)、オヨギゴカイ (*Tomopteris*)、シリス (*Odontosyllis*) 等の多毛類の生物；ホタルミミズ (*Microscolex*) 等の貧毛類の生物；カモメガイ (*Pholas*)、ツクエガイ (*Locellaria*) 等の斧足類の生物；発光カタツムリ (*Quantula*)、ヒカリウミウシ (*Pilocamopherus*) 等の腹足類の生物；ホタルイカ (*Watasenia*)、ダンゴイカ (*Sepioida*)、メヒカリイカ (*Laligo*) 等の頭足類の生物；ヒカリコケムシ (*Membranipora*) 等の膜軟体門の生物；メトリディア (*Metridia*)、オイファウシア (*Euphausia*)、サクラエビ (*Sergestes*)、ホプロフォールス (*Hoplophorus*) 等の甲殻類の生物

；カグヤステ (*Spirobolellus*)、ジムカデ (*Orphaneus*) 等の多足類の生物；ホタルモドキ科 (*Drilidae*)、フェンデゴス科 (*Phengodinae*)、コメツキムシ科 (*Elateridae*) に属する甲虫類、アラキノカンパ (*Arachinocampa*)、アコルテス (*Achorutes*) 等の昆虫類の生物；ヒカリクモヒトデ (*Amphiura*) 等の棘皮動物の生物；ヒカリボヤ (*Pyrosoma*)、ギボシムシ (*Balanoglossus*)、サルバ (*Cyclosalpa*) 等の原索動物門に属する生物；ハダカイワシ亜目 (*Myctophina*)、ワニトカゲギス亜目 (*Stomiatina*)、チョウチンアンコウ亜目 (*Ceratiina*)、キンメダイ目 (*Berycomorphi*)、スズキ目 (*Percina*) 等の魚類などの発光生物を用いても良く、その際の発光部へのこれらの生体の固定あるいは保持方法は、使用する生物に応じて、該生物の生理的活性が良好に維持される範囲内で適宜選択すれば良く、また発光強度の制御も使用する生物の発光機能に応じて種々選択して用いられたい。

(実施例)

ながら、その100 mlを注入し、これを室温下で冷却してゲルプレート培地4を形成した。

なお容器1には、吸気管6及び排気管8を設置し、吸気管6の開口部には、0.01 μ mポアサイズの除菌フィルター10をセットし、更に排気管8の端部は栓によって塞いでおいた。

次に、天板1-1を開けて、容器1内のプレート培地4表面全面に、先に坂口フラスコを用いて培養しておいた種菌の懸濁液を、ガラス棒を用いて塗布して、接種した後、天板1-1を閉じ、これを20℃3日間培養して、プレート培地4表面に発光細菌である *Photobacterium phosphoreum* を増殖させ、該細菌のコロニーからなる層5を形成した。

このようにして作製した本発明の照明装置は次のようにして使用することができた。

まず、排気管8の端部と排気用のロータリーポンプ11とを接続し、吸気バルブ7を閉じた状態で、排気バルブ9を開け、ロータリーポンプ11を作動させると、空間3内に取り込まれていた空気

以下、本発明を実施例を用いて更に詳細に説明する。

第1図に示したのと同様の構成の本発明の照明装置を以下のようにして製作した。

まず、ルシフェラーゼ活性を有する発光細菌であるフォトバクテリウム ホスフォレウム (*Photobacterium phosphoreum*) [F0 13896 (発酵研究所)] を、坂口フラスコ内に用意した以下の組成の液体培地(100ml)に接種し、15℃48時間振盪培養して種菌とした。

ペプトン	0.4g
イーストエキストラクト (Yeast Extract)	0.2g
FeSO ₄ · 7H ₂ O	1mg
NaCl	3g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.2g
蒸留水	100 ml

これとは別に、第1図に示したような形状の容器1 (縦30cm、横20cm、高さ5cm) 内に、上記の組成の液体培地に寒天2gを添加したものを加温し

が排気され、空間3内の酸素分圧が低下した。空間3内の空気圧が20mmHg程度以下となると、発光細菌は、ほとんど発光機能を発揮せず、発光状態を得ることができなかった。

この状態で、排気バルブ9を閉じ、吸気バルブ7を開くと、空気がフィルター10を介して空間3内に流入し、空間3内の酸素分圧が上り、この酸素分圧の上昇に従って細菌が発光し始め、更にその発光強度が上昇した。空間3内の空気圧が30mmHg程度を越えたところで発光強度は急速に増大し、その後、プラトー状態となった。

本装置においては、最大発光強度波長490nmを有する緑色の照明光を得ることができた。また、発光に際しての発熱は認められなかった。

実施例2

実施例1で作成したのと同様の構成の発光部の複数を第3図に示すようにマトリックス状に仕切板12を介して配列し、更に気圧センサー13、気圧フィードバック制御装置14及び吸気電磁バルブ7と排気電磁バルブ9のスイッチングを制御するス

スイッチング制御装置15とを付設して、パターン照明可能な本発明の装置を作成した。なお、使用した培地及び発光細菌、更には細菌の種菌培養及び本培養は実施例1と同様にして行なった。

この装置では、スイッチング制御装置15によって、吸気電磁バルブ7と排気電磁バルブ9の開閉のコンビネーションを所望のプログラムに従って制御して、各発光部単位の発光強度をスイッチングしてパターン照明を行なうことが可能であった。

なお、気圧センサー13及び気圧フィードバック制御装置14によって、ロータリーポンプのスイッチングを制御して排気管8内の気圧を常に20mmHgに制御することができ、しかもロータリーポンプ11の消費電力を低減させることが可能となった。

実施例3

第1図に示したのと同様の構成の50cm×100cm×5cmのポリエチレンテレフタレート容器内に、寒天の濃度を4重量%とする以外は実施例1で用

いたのと同様の培地の100mlを加温して注入し、これを冷却してプレート培地4を形成した。

次に、このようにして形成したプレート培地4の表面に、実施例1と同様にして坂口フラスコを用いて培養増殖させておいた種菌を、絵筆を用いて、第4図に示したように増殖した細菌のコロニーが所定のパターン16を形成するように接種した後、これを18℃2日間培養し、培地上にコロニー16を形成し、本発明の照明装置とした。

この装置を、住居の一室の壁に取り付け、実施例1と同様の操作で作動させたところ、緑色の装飾用の照明として独特の美しい光をパターン16に従って放ち、部屋の美感を良好なものとすることができた。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明の照明装置は、酵素反応による発光を利用したものであり、この酵素反応による発光は、供給したエネルギーを非常に効率良く光に変換することのできる発光システムであるので、本発明によって、従来の電球や蛍

光灯を用いる照明装置に対して、非常に発光量子収率の高い照明装置を提供することが可能となった。

しかも、酵素反応による発光は、従来のけい光灯や白熱電球のように発熱しないので、発熱する光源を用いた照明装置に比較して、照明装置を構成する各部材に熱に弱いものをも使用することが可能であり、その選択性の幅が大きなものとなった。

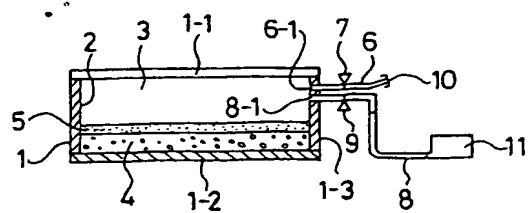
また、本発明の照明装置は、その構成部材として加工し易い種々の材料を使用でき、簡易な装置で、大量に製造可能であり、更に、増殖率の高い細菌等を発光体として使用すれば、発光部の大面積化が容易である。

これに加えて、酵素反応による発光を利用するので、本発明の装置によって、従来の照明装置では得られなかった色調(蛍光色)の光を放射することのできる光源を用いた照明装置を提供することが可能となった。

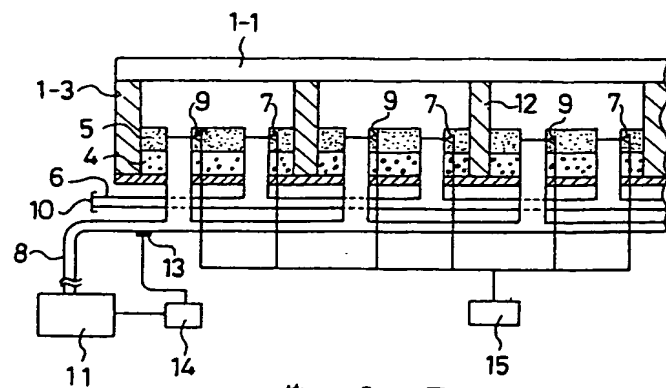
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の照明装置の一例の縦断面図、第2図は生体発光に関与する酵素反応回路図、第3図は本発明の照明装置の他の態様の構成を表わした縦断面部分図、第4図は本発明の照明装置の他の態様の例における発光細菌のコロニーからなるパターンを示した模式的平面図である。

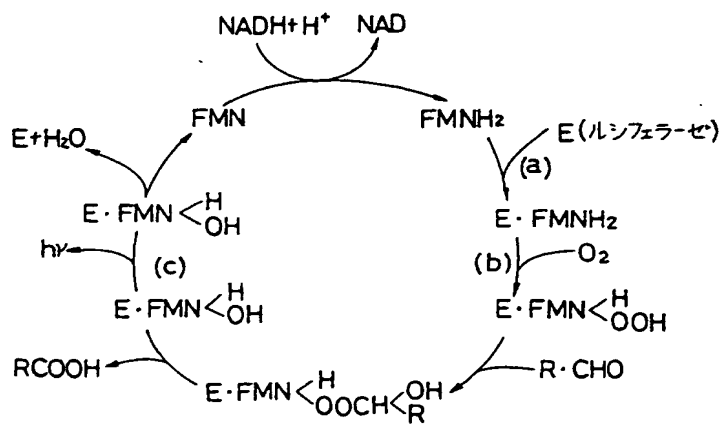
- | | |
|--------------------|-------------|
| 1 : 容器 | 1-1 : 天板 |
| 1-2 : 基板 | 1-3 : 側壁 |
| 2 : チャンバー | 3 : 空間 |
| 4 : 培地 | 5 : コロニー |
| 6 : 吸気管 | 6-1 : 気体導入口 |
| 7 : 吸気バルブ | 8 : 排気管 |
| 8-1 : 気体排出口 | 9 : 排気バルブ |
| 10 : フィルター | |
| 11 : 排気用ロータリーポンプ | |
| 12 : 仕切板 | 13 : 気圧センサー |
| 14 : 気圧フィードバック制御装置 | |
| 15 : スwitchング制御装置 | |
| 16 : コロニーのパターン | |



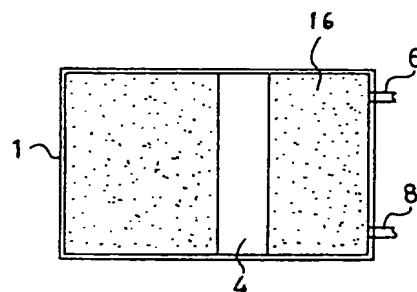
第 1 図



第 3 図



第 2 図



第 4 図